

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-119264

(43)Date of publication of application : 30.04.1999

(51)Int.Cl.

G02F 1/19  
G09F 9/37

(21)Application number : 09-277056

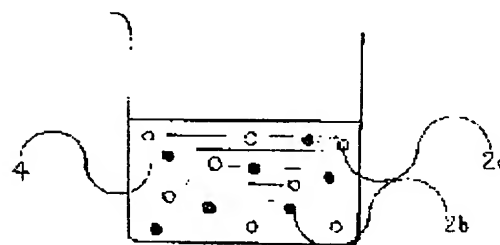
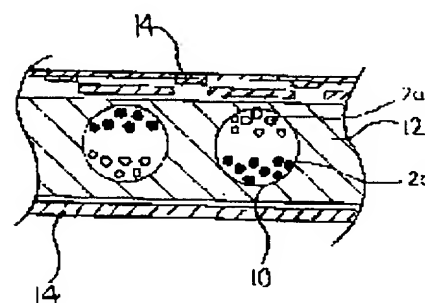
(71)Applicant : BROTHER IND LTD

(22)Date of filing : 09.10.1997

(72)Inventor : HATTORI YASUHIRO  
IGAMI ATSUSHI

## (54) DISPLAY DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a display device which is free of display unevenness and drivable by a low electric power.**SOLUTION:** This display device has many microcapsules 10 into which a dispersion system formed by dispersing charged particles 2 into a liquid dispersion medium 4 is sealed and one set of transparent electrodes 14 which are so disposed as to hold these many microcapsules 10. The charged particles sealed into the microcapsules 10 are about 1/1000 to about 1/5 to the particle size of the capsules 10. The charged particles 2 are dispersed at 1 to about 2 in the degree of dispersion of the grain size distribution expressed by a volume average particle size/a number average particle size.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The microcapsule of a large number which enclosed the dispersed system which distributed the charged particle into the dispersion medium, By having the counterelectrode of the lot arranged so that the microcapsule of these large number might be inserted, and changing the distribution condition of said charged particle under an operation of the electrical potential difference for control In the display to which give change to an optical reflection property and made it make the display action of business perform the particle diameter of said charged particle It is the display characterized by being or less [ or more about  $1 / 1000$ , and ] about  $1 / 5$ , and distributing degree of dispersion of the particle size distribution as which said charged particle is expressed in volume mean particle diameter / number mean particle diameter by 1 or more and about 2 or less to the particle diameter of said microcapsule.

[Claim 2] The particle diameter of said microcapsule is a display according to claim 1 characterized by being about 5 micrometers or more and about 200 micrometers or less.

[Claim 3] They are claim 1 which the volume of each of said charged particle is about 1.5% or more and about 25% or less to the volume of said microcapsule, respectively, and is characterized by total of the volume of all the charged particles in said microcapsule being about 1.5% or more and about 50% or less to the volume of said microcapsule, or a display given in 2.

[Claim 4] The microcapsule of said large number is a display according to claim 1 to 3 characterized by being supported by the flexible medium.

[Claim 5] Said charged particle is a display according to claim 1 to 4 characterized by being at least one kind of polymerization particle.

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention encloses with a microcapsule separately the dispersed system which made the detail distribute a charged particle in a dispersion medium further about the display using the charged particle which moves inter-electrode to impression of electric field in a dispersion medium, and relates to the display which controls the migration direction of a charged particle by impression of the electric field for control, and formed the image.

[0002]

[Description of the Prior Art] The a large number report of the image display device which is made to move a particle by inter-electrode by impression of electric field, and performs the image writing to the screen is carried out so that it may be expressed to JP,52-28554,B etc. At least one side encloses the dispersed system which made the liquid dispersion medium distribute a particle with inter-electrode [ of the transparent lot which carried out opposite arrangement ], and these displays impress electric field to inter-electrode [ those ], and by controlling to respond to a polarity and to make the particle in a dispersion medium adsorb or desert a transparent electrode plate side, they are constituted so that a desired image may be displayed.

[0003] Generally, what added suitably aliphatic hydrocarbon, aromatic hydrocarbon, alicyclic hydrocarbon, halogenated hydrocarbon, various ester, an alcoholic system solvent, or other various oils for the emulsifier, the surfactant, etc. to independence or the thing mixed suitably can be used for the liquid dispersion medium used for a dispersed system. Moreover, as a particle, impalpable powder, such as a well-known colloidal particle, various organic and minerals pigments, a color, a metal powder, glass, or resin, etc. is used.

[0004] However, with the structure only enclosed with inter-electrode, display nonuniformity tends to generate a dispersed system by condensation of a particle, and the attachment phenomenon to an electrode. For this reason, the shape of a mesh in which many transparence holes were formed, and a porous porosity spacer are arranged to inter-electrode [ of a pair ], a dispersed system is divided into discontinuity, and the structure aiming at stabilization of a display action is also known.

[0005] However, although a dispersed system is enclosed with each transparence hole in an electrophoresis display equipped with a porosity spacer after infixing the porosity spacer in inter-electrode, filling up uniformly each transparence hole of these large number with a dispersed system has the problem of being very difficult.

[0006] The approach of enclosing with a microcapsule separately the dispersed system which made JP,64-86116,A distribute a particle in a liquid dispersion medium as a means to solve these problems is indicated. Since it becomes possible to prevent condensation of a particle, and the attachment phenomenon to an electrode according to this approach, it is hard to generate the so-called display nonuniformity, and can be easily filled up with an inter-electrode dispersion medium.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, when the particle diameter of the particle enclosed into the microcapsule by the approach mentioned above was not uniform, the particle which exists in a capsule was extremely large, or it was impossible a small thing and to have canceled the display nonuniformity at the time of image formation, since it may happen that it is [ extremely many fills of the particle within a capsule ] or is few. Moreover, since the apparent amounts of electrifications in the inside of a liquid dispersion medium differ, the migration rates of the particle at the time of a low battery differ, and the formation of a low power drive of equipment is difficult for the particle whose particle diameter is not uniform.

[0008] Moreover, since it was difficult to control independently the electrification polarity of the particle in the inside of a liquid dispersion medium, and coloring by the well-known colloidal particle, and various organic and

minerals pigments from the former, it was difficult to enclose into a microcapsule two kinds of particles from which an electrification polarity and coloring differ, to control the migration direction of each particle, and to carry out image formation of favorite coloring.

[0009] Moreover, by the method in which one kind of particle moves and carries out image formation in a microcapsule, if supply of control electric field is severed, the particle in a capsule will surface or sediment with the relation of specific gravity with a liquid dispersion medium. Therefore, in order to maintain an image to the screen, it is always necessary to have continued impressing control electric field.

[0010] This invention is made in order to solve the trouble mentioned above, and it aims at offering the display which there is no display nonuniformity and can be driven with low power.

[0011]

[Means for Solving the Problem] In order to attain this purpose, the display of this invention according to claim 1 The microcapsule of a large number which enclosed the dispersed system which distributed the charged particle into the dispersion medium, By having the counterelectrode of the lot arranged so that the microcapsule of these large number might be inserted, and changing the distribution condition of said charged particle under an operation of the electrical potential difference for control It is aimed at the thing to which give change to an optical reflection property and made it make the display action of business perform. Especially the particle diameter of said charged particle To the particle diameter of said microcapsule, it is or less [ or more about 1 / 1000, and ] about 1 / 5, and degree of dispersion of the particle size distribution as which said charged particle is expressed in volume mean particle diameter / number mean particle diameter is distributed or less [ 1 or more ] by about two.

[0012] Therefore, by setting it as the range which mentioned the particle diameter of a charged particle above, homogeneity distribution of the charged particle in the inside of the emulsion in a microcapsule manufacture process is attained, and the variance of the charged particle in the space in a microcapsule can be adjusted the optimal.

[0013] Therefore, the display nonuniformity generated at the time of image formation is cancelable. Moreover, since the apparent amount of electrifications in the inside of the liquid dispersion medium of each charged particle becomes homogeneity, also when a control unit is driven with low power, the migration rate of each charged particle becomes fixed.

[0014] Moreover, the particle diameter of said microcapsule of a display according to claim 2 is about 5 micrometers or more about 200 micrometers or less.

[0015] Therefore, image display can be performed by high definition image quality.

[0016] Moreover, the volume of each of said charged particle of a display according to claim 3 is about 1.5% or more and about 25% or less to the volume of said microcapsule, respectively, and total of the volume of all the charged particles in said microcapsule is about 1.5% or more and about 50% or less to the volume of said microcapsule.

[0017] Therefore, responsibility becomes good while the volume of the charged particle by which endocyst is carried out to a capsule can perform good image formation by filling the aforementioned range to the volume of a microcapsule.

[0018] Moreover, as for the display according to claim 4, the microcapsule of said large number is supported by the flexible medium.

[0019] Therefore, the microcapsule of a large number supported by the flexible medium can perform image display in a curved surface.

[0020] Moreover, said charged particle of a display according to claim 5 is at least one kind of polymerization particle.

[0021] Therefore, accommodation of particle size distribution becomes possible easily by using a polymerization particle as said charged particle. Furthermore, a polymerization particle becomes possible [ controlling by the manufacture process easily also about coloring nature and electrification nature, since it is easy to add a coloring agent and an electrification control agent ]. Moreover, by the interaction of the charged particle from which each property which exists in a microcapsule differs, when the charged particle which exists in a microcapsule becomes plurality, even if it severs supply of control electric field, since it is possible to maintain an image to a certain amount of time amount and the screen, it is always necessary not to continue impressing control electric field for display image maintenance.

[0022]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of the operation which materialized this invention is explained with reference to a drawing.

[0023] The display of the gestalt of this operation has structure which inserts into the flexible medium 12 the microcapsule 10 of a large number by which restoration support was carried out with the transparent electrode 14 of a lot, as shown in drawing 1'. In addition, a transparent electrode 14 constitutes the counterelectrode of this invention.

[0024] The microcapsule 10 has the structure of connoting the dispersed system which made the liquid dispersion medium 4 distributing charged particle 2a and 2b.

[0025] Transparent electrodes 14 are 1 set of counterelectrodes which have flexibility at least with transparent one side.

[0026] The flexible medium 12 is a transparent sheet which consists of the quality of the materials, such as PET (polyethylene terephthalate).

[0027] Here, the outline of the manufacture approach of the microcapsule 10 of the gestalt of this operation is explained.

[0028] It is possible to already produce as the approach of microencapsulation by the approach which serves as a well-known technique in this industry. for example, the phase separation method from a water solution as shown in U.S. Pat. No. 2800457, a 2800458 specification, etc. and JP,38-19574,B -- said -- Inn SAICHU (inch-situ) by the polymerization of a monomer shown in interfacial polymerization as shown in No. 446 [ Showa 42 to ], this No. 771 [ Showa 42 to ] official report, etc., JP,36-9168,B, JP,51-9079,A, etc. -- although there are law, the British patent No. 952807, a fusion distribution cooling method shown in a 965074 specification, it is not limited to these.

[0029] As a formation ingredient of the outer wall section of a microcapsule 10, the quality of the material which makes light fully penetrate by said capsule manufacture approach although mineral matter or an organic substance is sufficient as long as the outer wall section is producible is desirable. As an example, these copolymerization objects, such as gelatin, gum arabic, starch, sodium alginate, polyvinyl alcohol, polyethylene, a polyamide, polyester, polyurethane, polyurea, polyurethane, polystyrene, a nitrocellulose, ethyl cellulose, methyl cellulose, melamine-formaldehyde resin, and formaldehyde resin, etc. are mentioned.

[0030] Although it can say that it is so desirable that the particle diameter of a microcapsule 10 is theoretically small in order to realize the display of high resolution, since it is the structure of connoting charged particle 2a and 2b, it is desirable that they are about 5 micrometers or more and about 200 micrometers or less in fact.

[0031] The gestalt of this operation explains the case where the endocyst of two kinds of charged particle 2a and 2bs in which an electrification polarity differs from a color tone is carried out into a microcapsule 10 with the liquid dispersion medium 4 by interfacial polymerization.

[0032] In addition, as a liquid dispersion medium 4, nature besides being water, alcohols, a hydrocarbon, halogenated hydrocarbon, etc. or various kinds of composite oils can be used.

[0033] First, homogeneity distribution of white charged particle 2a which has the electrification polarity of plus in the liquid dispersion medium 4, and the black charged particle 2b with the electrification polarity of minus is carried out ( drawing 2 ). Furthermore, churning mixing of these dispersion liquid and distilled water 6 which added the surface active agent is carried out, and the emulsion 8 of dispersion liquid is produced ( drawing 3 ). The magnitude of the dispersion-liquid emulsion 8 is adjusted by desired magnitude with the class and amount of an agitating speed or an emulsifier, and a surfactant. Moreover, one or more kinds of emulsifiers, a surfactant, an electrolyte, lubricant, a stabilizing agent, etc. can be added suitably if needed.

[0034] As for a charged particle 2, at this time, it is desirable that degree of dispersion of the particle size distribution expressed with volume mean particle diameter / number mean particle diameter is about two or less.

[0035] Here, volume mean particle diameter means the value of particle diameter from which the accumulation value becomes 50% of a whole product when the volume for every particle diameter is accumulated in order to a large thing from what has small particle diameter, and, on the other hand, number mean particle diameter says the value which \*(ed) total of the product of each particle diameter and its number with the total number.

[0036] The charged particle to which degree of dispersion exceeds about 2 will produce the fault that only one big charged particle will exist in a capsule 10, if a capsule 10 is actually manufactured, since particle diameter has not gathered ( drawing 4 ). Moreover, in order to avoid this fault, it will be necessary to enlarge the particle diameter of a capsule 10, and the fall of image resolution will be caused.

[0037] Since particle diameter has gathered ( drawing 5 ), the charged particle 2 whose degree of dispersion is about two or less carries out homogeneity distribution, when distributing the liquid dispersion medium 4, and becomes possible [ controlling the intensive matter of the charged particle 2 in a microcapsule 10 to homogeneity ]. In addition, volume mean particle diameter and number mean particle diameter mean an equal

thing, and that degree of dispersion is 1 expresses the condition that homogeneity distributes completely.

[0038] Moreover, as for the mean particle diameter of a charged particle 2, it is desirable that it is or less [ or more about  $1 / 1000$ , and ] about  $1 / 5$  to the particle diameter of a microcapsule 10. In the microcapsule 10 which connoted the charged particle 2 whose particle diameter is or more about  $1$  of a microcapsule  $10 / 5$ , in case image formation of the electric field is impressed and carried out, charged particle 2a from which a polarity differs, and 2b serve as hindrance of each other migration, and a speed of response falls extremely ( drawing 6 ). Moreover, the charged particle 2 whose particle diameter is or less about  $1$  of a microcapsule  $10 / 1000$  will be condensed within a microcapsule 10, and will cause the fall of responsibility to electric field, and display nonuniformity.

[0039] As for the amount of a charged particle 2, it is desirable to adjust into a microcapsule 10, so that total of the volume of all the charged particles 2 by which the volume of a charged particle 2 is about 1.5% or more and about 25% or less respectively to the volume of said microcapsule 10, and endocyst is carried out to the microcapsule 10 may be about 1.5% or more and about 50% or less to the volume of a microcapsule 10.

[0040] When the volume of the charged particle 2 by which endocyst is carried out to a microcapsule 10 is about 1.5% or less respectively to the volume of a microcapsule 10, even if a charged particle 2 moves to a microcapsule wall edge by control electric field, one half of capsule semi-sphere sides cannot be occupied, but low contrast or the intermingled color of another color particle 2c touches a watcher's eyes ( drawing 7 ).

[0041] moreover -- electrification -- a polarity -- differing -- a charged particle -- two -- a -- 2b -- the volume -- a microcapsule -- ten -- the volume -- receiving -- each -- about -- 25 -- % -- more than -- it is -- and -- a microcapsule -- ten -- endocyst -- carrying out -- having -- \*\*\*\* -- a charged particle -- two -- a -- 2b -- the volume -- total -- a microcapsule -- ten -- the volume -- receiving -- about -- 50 -- % -- more than -- it is -- as -- a case -- control -- electric field -- receiving -- a charged particle -- two -- a -- 2b -- answering -- the time -- a collision each other particle -- the hindrance of migration -- becoming . For this reason, a speed of response until image formation is completed from impression of control electric field will fall remarkably ( drawing 8 ).

[0042] As a charged particle 2, a polymerization particle can be used suitably. Although grinding impalpable powder, such as a well-known colloidal particle, various organic and minerals pigments, a color, a metal powder, glass, or resin, etc. is mentioned other than a polymerization particle, these are difficult to fill easily uniform particle diameter, coloring nature, and all the electrification nature.

[0043] As the manufacture approach of a polymerization particle, a suspension-polymerization method, an emulsion-polymerization method, a solution polymerization method, a distributed polymerization method, etc. are mentioned. It is desirable to manufacture a particle by the distributed polymerization method, the emulsion-polymerization method, and the solution polymerization method also in these in the point which controls particle diameter to homogeneity.

[0044] The presentation ingredient of a polymerization particle to the start monomer Methyl acrylate, ethyl acrylate, n-butyl acrylate, iso-butyl acrylate, 2-ethylhexyl acrylate, Cyclohexyl acrylate, tetrahydrofurfuryl acrylate, Methyl methacrylate, ethyl methacrylate, n-butyl methacrylate, iso-butyl methacrylate, 2-ethylhexyl methacrylate, Stearyl methacrylate, lauryl methacrylate, the methyl vinyl ether, Ethyl vinyl ether, n-propyl vinyl ether, iso-butyl vinyl ether, n-butyl vinyl ether, styrene, alpha methyl styrene, acrylonitrile, Methacrylonitrile, vinyl acetate, vinyl chloride, vinylidene-chloride, and vinyl fluoride, vinylidene fluoride, ethylene, a propylene, an isoprene, a chloroprene, a butadiene, etc. can be used.

[0045] Furthermore, the monomer which has functional groups, such as a carboxyl group, a hydroxyl group, a methylol radical, an amino group, an acid-amide radical, and a glycidyl group, may be mixed by said monomer. What has a carboxyl group An acrylic acid, a methacrylic acid, an itaconic acid, etc., What has a hydroxyl group beta-hide ROKISHI ethyl acrylate, beta-hide ROKISHI ethyl methacrylate, beta-hydro KISHIPUROBIRUAKURIRETO, beta-hide ROKISHI propyl methacrylate, What has a methylol radical allyl alcohol etc. N-methylol acrylamide, What has an amino group N-methylol methacrylamide etc. Dimethylamino ethyl acrylate, As for that in which what has acid-amide radicals, such as dimethylaminoethyl methacrylate, has glycidyl groups, such as acrylamide and methacrylamide, glycidyl acrylate glycidyl methacrylate, the glycidyl allyl compound ether, etc. are illustrated. Moreover, it is possible to use these monomers for a simple substance or two or more monomers, mixing.

[0046] Various colors can be mentioned to the charge of a coloring matter of a polymerization particle. Moreover, electrification grant agents, such as quarternary ammonium salt, the Nigrosine compound, and an azo system compound, can be mentioned to electrification control of a polymerization particle. As for these coloring and electrification grant, in a polymerization particle, it is possible by making it swell by dipping a polymerization

particle into a suitable solvent, making a coloring agent and an electrification grant agent incorporate in a particle, and diluting a solvent after incorporation to make a coloring agent and an electrification grant agent fix certainly in a polymerization particle. For this reason, it is possible to secure the electrification nature which is not influenced by the desired coloring and the coloring agent other than arranging particle diameter with homogeneity by the polymerization particle.

[0047] In the display of the gestalt of this operation which has the above configuration, if control electric field are changed with a transparent electrode 14, when charged particle 2a and 2b move within a microcapsule 10, a desired image can be displayed corresponding to the change.

[0048] In addition, this invention is not limited to the gestalt of the operation explained in full detail above, and can add various modification in the range which does not deviate from the summary.

[0049] For example, although many microcapsules 10 and transparent electrodes 14 were considered [ in / both / the gestalt of said operation ] as immobilization, as shown in drawing 9, the flexible medium 12 which fixed the microcapsule 10 is made movable, and said flexible medium 12 may be passed between the counterelectrodes 16 of the fixed pair, and electric field as occasion demands may be impressed from a counterelectrode 16 in connection with the passage degree, and you may constitute so that image display may be performed.

[0050]

[Example] About the display of the gestalt of this operation, an example and the example of a comparison are given and explained below.

[0051] First, the detail of manufacture of the microcapsule which connoted the charged particle is explained below.

[0052] Charged particle: The styrene particle by the distributed polymerization method (specific gravity 1.1g/cm<sup>3</sup>). A polyvinyl pyrrolidone (plus polarity) and the ORIENT chemistry company make E-84 (minus polarity) were used for the electrification grant agent, and Nippon Kayaku disperse dye KAYARON polyester S-200 colored the particle of a minus polarity it black.

[0053] Liquid dispersion medium: Product made from EXXON Isopar G (specific gravity 0.75 g/cm<sup>3</sup>) capsule wallplate: -- gelatin emulsifier water-solution: -- it mixes by the ratio of a request of a liquid dispersion medium, and the white charged particle of 3% water-solution mean particle diameter of 3 micrometers of vinyl ethyl ether maleic-anhydride copolymers and degree of dispersion 1.3 of particle size distribution and the black charged particle of the mean particle diameter of 3 micrometers and degree of dispersion 1.3 of particle size distribution are fully distributed with a stirrer and a supersonic wave. Mixed churning of this distributed solution and distilled water which added the emulsifier 3% is carried out with a stirrer, and an emulsion is made to form. A capsule wallplate is added in the midst of churning mixing, and the microcapsule which connoted two kinds of charged particles and a liquid dispersion medium is obtained.

[0054] Thus, the obtained microcapsule has been arranged between transparent electrodes and the responsibility over electric field was observed. Evaluation was \*\*\*\*\*ed when image formation could be quickly carried out in the field strength of 100 (v/mm).

[0055] (Example)

white charged particle: -- the mean particle diameter of 3 micrometers, and degree of dispersion 1.3 of particle size distribution -- the 100-micrometer microcapsule was manufactured with the black presentation of the degree-of-dispersion 1.3 white charged particle:black charged particle:liquid dispersion-medium =22:22:45 above of the charged particle:mean particle diameter of 3 micrometers, and particle size distribution (weight ratio). The rates of the volume of the charged particle in a microcapsule are a white charged particle (20%) and a black charged particle (20%).

[0056] This microcapsule has been arranged to inter-electrode and the responsibility of the image formation to electric field was observed.

[0057] an image -- field strength 100 (v/mm) -- base -- it answered quickly and the good display result was obtained.

[0058] (Example 1 of a comparison)

white charged particle: -- the mean particle diameter of 3 micrometers, and the degree of dispersion 3 of particle size distribution -- the 100-micrometer microcapsule was manufactured with the black presentation of the degree-of-dispersion 3 white charged particle:black charged particle:liquid dispersion-medium =22:22:45 above of the charged particle:mean particle diameter of 3 micrometers, and particle size distribution (weight ratio). The rates of the volume of the charged particle in a microcapsule are a white charged particle (20%) and a black charged particle (20%).



[0059] This microcapsule has been arranged to inter-electrode and the responsibility of the image formation to electric field was observed.

[0060] an image -- field strength 100 (v/mm) -- base -- although the quick response was able to be obtained, the particle to which a color tone completely is not changed to electric field existed.

[0061] Since degree of dispersion of particle size distribution is large, it is thought that it is because the extremely big charged particle existed in the microcapsule.

[0062] (Example 2 of a comparison)

white charged particle: -- the mean particle diameter of 3 micrometers, and degree of dispersion 1.3 of particle size distribution -- the 10-micrometer microcapsule was manufactured with the black presentation of the degree-of-dispersion 1.3 white charged particle:black charged particle:liquid dispersion-medium =22:22:45 above of the charged particle:mean particle diameter of 3 micrometers, and particle size distribution (weight ratio). The rates of the volume of the charged particle in a microcapsule are a white charged particle (20%) and a black charged particle (20%).

[0063] This microcapsule has been arranged to inter-electrode and the responsibility of the image formation to electric field was observed.

[0064] an image -- field strength 100 (v/mm) -- base -- a quick response could not be obtained but a flicker was sensed at the time of change of an image.

[0065] To the volume of a microcapsule, since the charged particle is too large, it is thought that the particle from which a polarity differs became the hindrance of each other migration, and responsibility worsened.

[0066] (Example 3 of a comparison)

white charged particle: -- the mean particle diameter of 3 micrometers, and degree of dispersion 1.3 of particle size distribution -- black -- degree-of-dispersion 1.3 white charged particle: of the charged particle:mean particle diameter of 3 micrometers, and particle size distribution -- the 100-micrometer microcapsule was manufactured with the presentation (weight ratio) of the black charged particle:liquid dispersion-medium =1.1:1.1:73.5 above. The rates of the volume of the charged particle in a microcapsule are a white charged particle (1%) and a black charged particle (1%).

[0067] This microcapsule has been arranged to inter-electrode and the responsibility of the image formation to electric field was observed.

[0068] an image -- below the field strength 100 (v/mm) -- base -- although the quick response was able to be obtained, since contrast was low, a clear image was not able to be obtained.

[0069] The charged particle in a microcapsule is considered for few [ very ] things to be the causes.

[0070] (Example 4 of a comparison)

white charged particle: -- the mean particle diameter of 3 micrometers, and degree of dispersion 1.3 of particle size distribution -- black -- degree-of-dispersion 1.3 white charged particle: of the charged particle:mean particle diameter of 3 micrometers, and particle size distribution -- the 100-micrometer microcapsule was manufactured with the presentation (weight ratio) of the black charged particle:liquid dispersion-medium =38.5:38.5:22.5 above. The rates of the volume of the charged particle in a microcapsule are a white charged particle (35%) and a black charged particle (35%).

[0071] This microcapsule has been arranged to inter-electrode and the responsibility of the image formation to electric field was observed.

[0072] an image -- field strength 100 (v/mm) -- base -- a quick response was not able to be obtained.

[0073] It is thought that it is because there are very many charged particles in a microcapsule.

[0074]

[Effect of the Invention] The particle diameter of said charged particle of the display of this invention according to claim 1 is or less [ or more about 1 / 1000, and ] about 1 / 5 to the particle diameter of said microcapsule, and since degree of dispersion of the particle size distribution expressed with volume mean particle diameter / number mean particle diameter is distributed by 1 or more and about 2 or less, said charged particle can cancel the display nonuniformity generated at the time of image formation, so that clearly from having explained above. Moreover, since the apparent amount of electrifications in the inside of the liquid dispersion medium of each charged particle becomes homogeneity, also when a control unit is driven with low power, the migration rate of each charged particle becomes fixed.

[0075] Moreover, since the particle diameter of said microcapsule is about 5 micrometers or more and about 200 micrometers or less, a display according to claim 2 can perform image display by high definition image quality.

[0076] Moreover, the volume of each of said charged particle of a display according to claim 3 is about 1.5% or more and about 25% or less to the volume of said microcapsule, respectively, and it can answer a high speed



while it can perform good image formation to the volume of said microcapsule, since total of the volume of all the charged particles in said microcapsule is about 1.5% or more and about 50% or less.

[0077] Moreover, since the microcapsule of said large number is supported by the flexible medium, a display according to claim 4 can perform image display in a curved surface with the microcapsule of a large number supported by the flexible medium.

[0078] Moreover, since said charged particle is at least one kind of polymerization particle, as for a display according to claim 5, accommodation of particle size distribution becomes possible easily. Furthermore, a polymerization particle becomes possible [controlling by the manufacture process easily also about coloring nature and electrification nature, since it is easy to add a coloring agent and an electrification control agent]. Moreover, by the interaction of the charged particle from which each property which exists in a microcapsule differs, when the charged particle which exists in a microcapsule becomes plurality, even if it severs supply of control electric field, since it is possible to maintain an image to a certain amount of time amount and the screen, it is always necessary not to continue impressing control electric field for display image maintenance.

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the outline block diagram showing the outline configuration of the display of the gestalt of operation of this invention.

[Drawing 2] It is the mimetic diagram showing signs that the charged particle was distributed in the liquid dispersion medium.

[Drawing 3] The liquid dispersion medium which connoted the charged particle is the mimetic diagram showing the condition of having formed the emulsion in the water solution which had the emulsifier added.

[Drawing 4] It is the sectional view of the microcapsule in which signs that only one big charged particle existed in a microcapsule were shown.

[Drawing 5] It is the sectional view of the microcapsule in which signs that the charged particle was carrying out homogeneity distribution were shown within the microcapsule.

[Drawing 6] Particle diameter is the sectional view showing signs that the endocyst of the charged particle which are or more about 1 / 5 is carried out into the microcapsule, to the particle diameter of a microcapsule.

[Drawing 7] While exists in a microcapsule, and since there are few coloring particles, it is the mimetic diagram showing that the color of the coloring particle of another side affects image display.

[Drawing 8] Since a superfluous quantity of a charged particle exists in a microcapsule, that a charged particle moves by the collision of charged particles etc. in an instant corresponding to change of electric field is the mimetic diagram showing signs that it is barred.

[Drawing 9] It is an explanatory view explaining signs that an image is formed on the flexible medium, by moving between counterelectrodes the flexible medium which fixed the microcapsule which connoted the charged particle.

[Description of Notations]

2a White charged particle

2b Black charged particle

4 Liquid Dispersion Medium

10 Microcapsule

12 Flexible Medium

14 Transparent Electrode

16 Counterelectrode

[Translation done.]

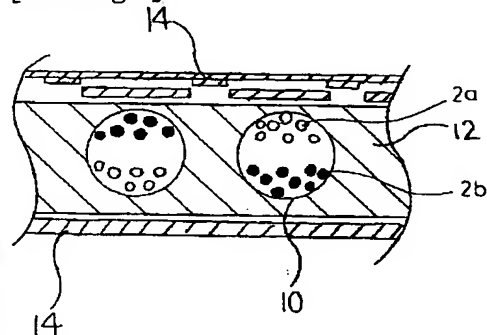
## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

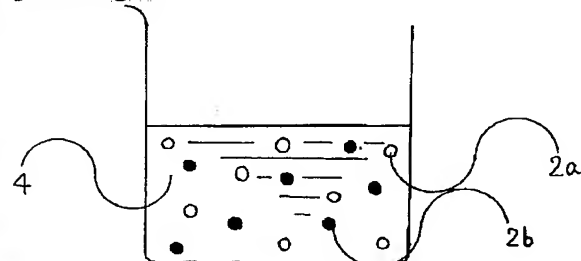
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

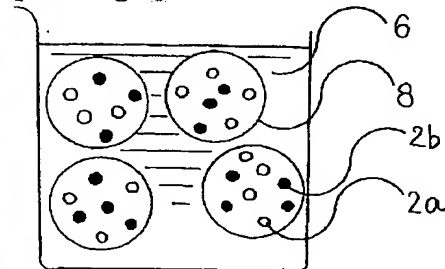
[Drawing 1]



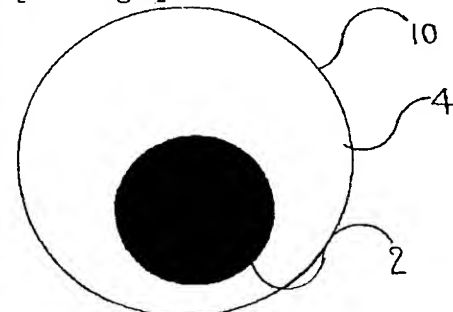
[Drawing 2]



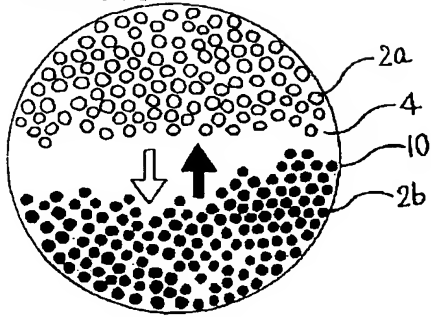
[Drawing 3]



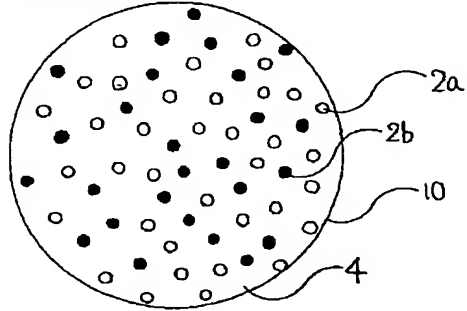
[Drawing 4]



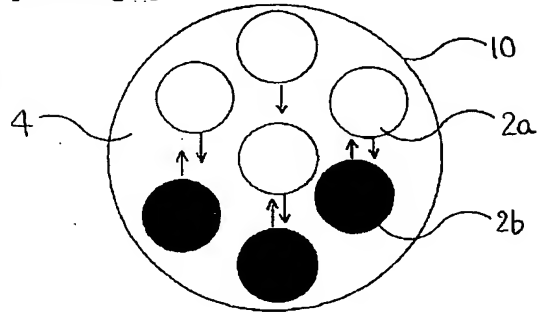
[Drawing 8]



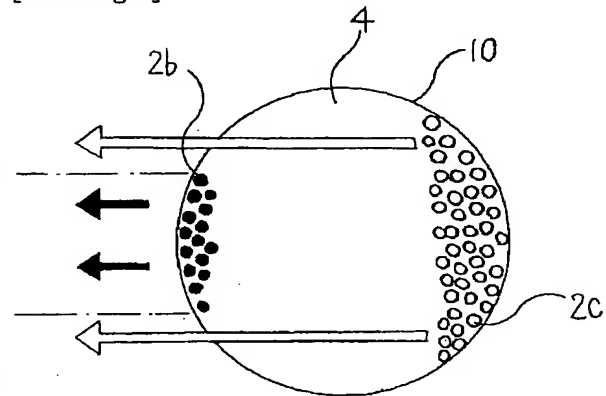
[Drawing 5]



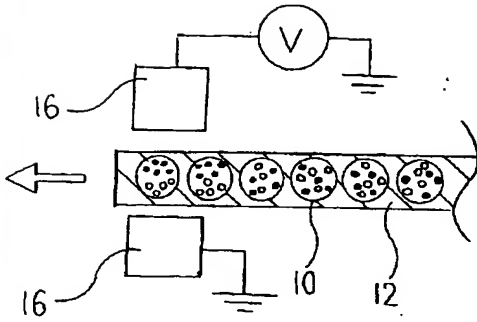
[Drawing 6]



[Drawing 7]



[Drawing 9]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-119264

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月30日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 2 F 1/19

G 0 9 F 9/37

識別記号

3 1 1

F I

G 0 2 F 1/19

G 0 9 F 9/37

3 1 1 A

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平9-277056

(22) 出願日

平成9年(1997)10月9日

(71) 出願人 000005267

ブラザー工業株式会社

愛知県名古屋市瑞穂区苗代町15番1号

(72) 発明者 服部 康弘

名古屋市瑞穂区苗代町15番1号ブラザー工業株式会社内

(72) 発明者 伊神 淳

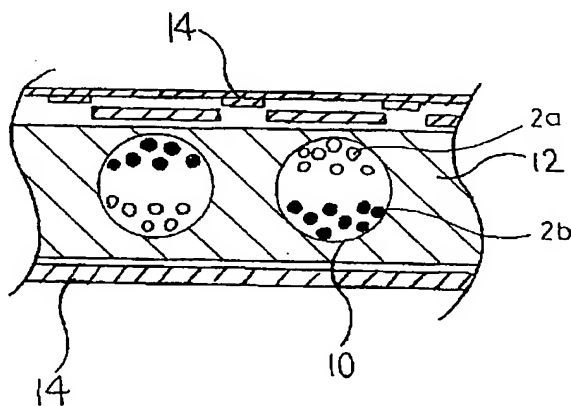
名古屋市瑞穂区苗代町15番1号ブラザー工業株式会社内

(54) 【発明の名称】 表示装置

(57) 【要約】

【課題】 表示ムラがなく、且つ低電力で駆動可能な表示装置を提供すること。

【解決手段】 液体分散媒 4 中に帯電粒子 2 を分散させた分散系を封入した多数のマイクロカプセル 1 0 と、これら多数のマイクロカプセル 1 0 を挟むように配設された一組の透明電極 1 4 とを備え、前記マイクロカプセル 1 0 中に封入する帯電粒子 2 は、前記カプセル 1 0 の粒子径に対し、約 1 / 1 0 0 0 以上、約 1 / 5 以下であり、それらの帯電粒子 2 は、体積平均粒子径 / 個数平均粒子径で表される粒度分布の分散度が 1 以上約 2 以下で分散されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 分散媒中に帯電粒子を分散させた分散系を封入した多数のマイクロカプセルと、これら多数のマイクロカプセルを挟むように配設された一組の対向電極とを備え、前記帯電粒子の分布状態を制御用電圧の作用下で変えることによって、光学的反射特性に変化を与えて所用の表示動作を行わせるようにした表示装置において、

前記帯電粒子の粒子径は、前記マイクロカプセルの粒子径に対して約1/1000以上、約1/5以下であり、前記帯電粒子は、体積平均粒子径/個数平均粒子径で表される粒度分布の分散度が1以上、約2以下で分散されていることを特徴とする表示装置。

【請求項2】 前記マイクロカプセルの粒子径は、約5 $\mu$ m以上、約200 $\mu$ m以下であることを特徴とする請求項1に記載の表示装置。

【請求項3】 前記各帯電粒子の体積は、それぞれ前記マイクロカプセルの容積に対して約1.5%以上、約2.5%以下であり、

前記マイクロカプセル内のすべての帯電粒子の体積の総和は、前記マイクロカプセルの容積に対して約1.5%以上、約50%以下であることを特徴とする請求項1若しくは2に記載の表示装置。

【請求項4】 前記多数のマイクロカプセルは、可撓性媒体により支持されていることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の表示装置。

【請求項5】 前記帯電粒子は、少なくとも1種類の重合粒子であることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は分散媒中で電界の印加に対して、電極間を移動する帯電粒子を利用した表示装置に関し、更に詳細には、分散媒中に帯電粒子を分散させた分散系をマイクロカプセルに個々に封入し、制御用電界の印加により帯電粒子の移動方向を制御して画像を形成するようにした表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】電界の印加により粒子を電極間で移動させ、表示面への画像書き込みを行う画像表示装置は、特公昭52-28554号公報などに表されるように多数報告されている。これらの表示装置は、液体分散媒に粒子を分散させた分散系を、少なくとも一方が透明な対向配置した一組の電極間に封入し、それらの電極間に電界を印加し、分散媒中の粒子を極性に依じて、透明電極板側に吸着または離反させるように制御することによって所望の画像を表示させるよう構成されている。

【0003】一般に、分散系に使用される液体分散媒には、脂肪族炭化水素、芳香族炭化水素、脂環式炭化水素、ハロゲン化炭化水素、各種エステル類、アルコール

系溶媒、またはその他の種々の油等を単独、または、適宜混合したものに、乳化剤、界面活性剤などを適宜添加したものを使用できる。また、粒子としては、周知のコロイド粒子、種々の有機・無機質顔料、染料、金属粉、ガラス、あるいは樹脂等の微粉末などが使用されている。

【0004】しかしながら、分散系を単に電極間に封入する構造では、粒子の凝集や、電極への付着現象によって表示ムラが発生しやすい。このため、透明孔を多数形成したメッシュ状、あるいは多孔質状の有孔性スペーサを一對の電極間に配置し、分散系を不連続に分割し、表示動作の安定化を図るようにした構造も知られている。

【0005】しかし、有孔性スペーサを備える電気泳動表示装置では、電極間にその有孔性スペーサを介装した後、各透明孔に分散系を封入するものであるが、これら多数の各透明孔に分散系を一樣に充填することは極めて困難であるという問題がある。

【0006】これらの問題を解決する手段として、特開昭64-86116号公報に、液体分散媒中に粒子を分散させた分散系を、マイクロカプセルに個々に封入する方法が記載されている。この方法によれば、粒子の凝集や、電極への付着現象を防止することが可能となるため、いわゆる表示ムラが発生しにくく、且つ電極間への分散媒の充填を容易に行うことができる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した方法では、マイクロカプセル中に封入されている粒子の粒子径が均一でない場合、カプセル内に存在する粒子が極端に大きい、若しくは小さいことや、カプセル内での粒子の充填量が極端に多い、若しくは少ないことが起こり得るため、画像形成時の表示ムラを解消することが不可能であった。また、粒子径が均一でない粒子は、液体分散媒中での、見かけの帯電量が異なるため、低電圧時における粒子の泳動速度が異なり、装置の低電力駆動化が困難である。

【0008】また、従来から周知のコロイド粒子、種々の有機・無機質顔料などでは、液体分散媒中での粒子の帯電極性と着色とを、独立に制御することが困難であるため、マイクロカプセル中に帯電極性と着色の異なる2種類の粒子を封入し、それぞれの粒子の泳動方向を制御し、好みの着色の画像形成をすることが困難であった。

【0009】また、マイクロカプセル中で一種類の粒子が移動し画像形成する方式では、制御電界の供給を絶つと、カプセル中の粒子は、液体分散媒との比重の関係により浮上または沈降してしまう。そのため、表示面に画像を維持するためには、常に、制御電界を印加し続ける必要があった。

【0010】本発明は、上述した問題点を解決するためになされたものであり、表示ムラがなく、且つ低電力で駆動可能な表示装置を提供することを目的とする。



【0011】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するために、本発明の請求項1に記載の表示装置は、分散媒中に帯電粒子を分散させた分散系を封入した多数のマイクロカプセルと、これら多数のマイクロカプセルを挟むように配設された一組の対向電極とを備え、前記帯電粒子の分布状態を制御用電圧の作用下で変えることによって、光学的反射特性に変化を与えて所用の表示動作を行わせるようにしたものを対象として、特に、前記帯電粒子の粒子径は、前記マイクロカプセルの粒子径に対して約1/1000以上、約1/5以下であり、前記帯電粒子は、体積平均粒子径/個数平均粒子径で表される粒度分布の分散度が1以上約2以下で分散されている。

【0012】従って、帯電粒子の粒子径を上述した範囲に設定することにより、マイクロカプセル製造過程におけるエマルジョン中での帯電粒子の均一分散が可能となり、マイクロカプセル内空間での帯電粒子の分散量を、最適に調整することができる。

【0013】よって、画像形成時に発生する表示ムラを解消することができる。また、各帯電粒子の液体分散媒中での、見かけの帯電量が均一になるため、制御装置を低電力で駆動した際にも、各帯電粒子の泳動速度が一定となる。

【0014】また、請求項2に記載の表示装置は、前記マイクロカプセルの粒子径が、約5 $\mu$ m以上約200 $\mu$ m以下である。

【0015】従って、高精細な画質で画像表示を行うことができる。

【0016】また、請求項3に記載の表示装置は、前記各帯電粒子の体積が、それぞれ前記マイクロカプセルの容積に対して約1.5%以上、約25%以下であり、前記マイクロカプセル内のすべての帯電粒子の体積の総和は、前記マイクロカプセルの容積に対して約1.5%以上、約50%以下である。

【0017】従って、カプセルに内包される帯電粒子の体積が、マイクロカプセルの容積に対し前記の範囲を満たすことにより、良好な画像形成を行うことができるとともに、応答性が良好となる。

【0018】また、請求項4に記載の表示装置は、前記多数のマイクロカプセルが、可撓性媒体により支持されている。

【0019】従って、可撓性媒体により支持された多数のマイクロカプセルにより、曲面での画像表示を行うことができる。

【0020】また、請求項5に記載の表示装置は、前記帯電粒子が、少なくとも1種類の重合粒子である。

【0021】従って、前記帯電粒子として重合粒子を用いることにより、粒度分布の調節が容易に可能となる。さらに、重合粒子はその製造過程で、着色剤、帯電制御剤を添加することが容易であるため、着色性と帯電性に

についても容易に制御することが可能となる。また、マイクロカプセル中に存在する帯電粒子が複数になることにより、制御電界の供給を絶っても、マイクロカプセル中に存在する各々の特性の異なる帯電粒子の相互作用により、ある程度の時間、表示面に画像を維持することが可能であるため、表示画像維持のために常に制御電界を印加し続ける必要がない。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明を具体化した実施の形態について図面を参照して説明する。

【0023】本実施の形態の表示装置は、図1に示すように、可撓性媒体12に充填支持された多数のマイクロカプセル10を、一組の透明電極14で挟む構造となっている。尚、透明電極14が本発明の対向電極を構成するものである。

【0024】マイクロカプセル10は、液体分散媒4に帯電粒子2a、2bを分散させた分散系を内包する構造となっている。

【0025】透明電極14は、少なくとも片面が透明な可撓性を有する1組の対向電極である。

【0026】可撓性媒体12は、PET（ポリエチレンテレフタレート）等の材質からなる透明なシートである。

【0027】ここで、本実施の形態のマイクロカプセル10の製造方法の概略について説明する。

【0028】マイクロカプセル化の方法としては、既に、当業界において公知の技術となっている方法で作製することが可能である。例えば、米国特許第2800457号、同第2800458号明細書等に示されるような水溶液からの相分離法、特公昭38-19574号、同昭42-446号、同昭42-771号公報等に示されるような界面重合法、特公昭36-9168号、特開昭51-9079号公報等に示されるモノマーの重合によるイン・サイチュ（in-situ）法、英国特許第952807号、同第965074号明細書に示される融解分散冷却法等があるが、これらに限定されるものではない。

【0029】マイクロカプセル10の外壁部の形成材料としては、前記カプセル製造方法にて外壁部が作製可能であれば、無機物質でも有機物質でもよいが、光を十分に透過させるような材質が好ましい。具体例としては、ゼラチン、アラビアゴム、デンプン、アルギン酸ソーダ、ポリビニルアルコール、ポリエチレン、ポリアミド、ポリエステル、ポリウレタン、ポリユリア、ポリウレタン、ポリスチレン、ニトロセルロース、エチルセルロース、メチルセルロース、メラミン-ホルムアルデヒド樹脂、尿素-ホルムアルデヒド樹脂等、及びこれらの共重合物等が挙げられる。

【0030】マイクロカプセル10の粒子径は、高解像度の表示装置を実現するためには、理論的には小さいほ

ど好ましいといえるが、帯電粒子2a、2bを内包する構造であるため、実際には、約5 $\mu$ m以上、約200 $\mu$ m以下であることが望ましい。

【0031】本実施の形態では、界面重合法により、色調と帯電極性の異なる2種類の帯電粒子2a及び2bを、液体分散媒4とともにマイクロカプセル10内に内包させた場合について説明する。

【0032】尚、液体分散媒4としては、水、アルコール類、炭化水素、ハロゲン化炭化水素等のほか、天然、または、合成の各種の油などを使用できる。

【0033】まず、液体分散媒4にプラスの帯電極性を持つ白色帯電粒子2aとマイナスの帯電極性を持つ黒色帯電粒子2bとを均一分散させる(図2)。更に、この分散液と、界面活性剤を添加した蒸留水6を攪拌混合させ、分散液のエマルジョン8を作製する(図3)。分散液エマルジョン8の大きさは、攪拌速度、または、乳化剤、界面活性剤の種類と量とにより所望の大きさに調節される。また、必要に応じて1種類以上の乳化剤、界面活性剤、電解質、潤滑剤、安定化剤などを適宜添加することができる。

【0034】このとき、帯電粒子2は、体積平均粒子径／個数平均粒子径で表される粒度分布の分散度が約2以下であることが好ましい。

【0035】ここで、体積平均粒子径とは、粒子径ごとの体積を、粒子径の小さいものから大きいものへ順に累積した場合に、その累積値が総体積の50%となるような粒子径の値をいい、一方、個数平均粒子径とは、各粒子径とその個数との積の総和を総個数で除した値をいう。

【0036】分散度が約2を超える帯電粒子は、粒子径が揃っていないため、実際にカプセル10を製造すると、大きな帯電粒子がカプセル10内に1つだけ存在してしまうといった不具合を生じてしまう(図4)。また、この不具合を回避するためにはカプセル10の粒子径を大きくする必要があり、画像解像度の低下を招いてしまう。

【0037】分散度が約2以下である帯電粒子2は、粒子径が揃っているため(図5)、液体分散媒4に分散させた際に均一分散し、マイクロカプセル10内の帯電粒子2の内包量を均一に制御することが可能となる。尚、分散度が1であることは、体積平均粒子径と個数平均粒子径とが等しいことを意味し、完全に均一に分散されている状態を表している。

【0038】また、帯電粒子2の平均粒子径は、マイクロカプセル10の粒子径に対し約1/1000以上、約1/5以下であることが好ましい。粒子径がマイクロカプセル10の約1/5以上である帯電粒子2を内包したマイクロカプセル10では、電界を印加して画像形成する際に、極性の異なる帯電粒子2a、2bがお互いの泳動の妨げとなり、応答速度が極端に低下する(図6)。

また、粒子径がマイクロカプセル10の約1/1000以下である帯電粒子2は、マイクロカプセル10内で凝集してしまい、電界に対する応答性の低下や、表示ムラを引き起こしてしまう。

【0039】帯電粒子2の量は、マイクロカプセル10中に於いて、帯電粒子2の体積が、前記マイクロカプセル10の容積に対し、各々約1.5%以上、約25%以下であり、且つマイクロカプセル10に内包されているすべての帯電粒子2の体積の総和が、マイクロカプセル10の容積に対して約1.5%以上、約50%以下であるように調整することが好ましい。

【0040】マイクロカプセル10に内包される帯電粒子2の体積が、マイクロカプセル10の容積に対し各々約1.5%以下である場合、制御電界により帯電粒子2がマイクロカプセル壁端部に移動しても、カプセル半球面の1/2を占めることができず、低コントラスト、または、混在する別色粒子2cの色が観測者の目に触れてしまう(図7)。

【0041】また、帯電極性の異なる帯電粒子2a、2bの体積がマイクロカプセル10の容積に対し各々約25%以上であり、且つマイクロカプセル10に内包されている帯電粒子2a、2bの体積の総和が、マイクロカプセル10の容積に対して約50%以上である場合、制御電界に対し帯電粒子2a、2bが応答する際に、衝突によりお互いの粒子が泳動の妨げとなってしまふ。このため、制御電界の印加から画像形成が完結するまでの応答速度が著しく低下してしまうのである(図8)。

【0042】帯電粒子2としては、重合粒子を好適に用いることができる。重合粒子の他には、周知のコロイド粒子、種々の有機・無機顔料、染料、金属粉、ガラス、あるいは樹脂等の粉碎微粉末などが挙げられるが、これらは均一な粒子径、着色性、帯電性の全てを容易に満たすことが困難である。

【0043】重合粒子の製造方法としては、懸濁重合法、乳化重合法、溶液重合法、分散重合法等が挙げられる。これらの中でも、粒子径を均一に制御する点に於いて、分散重合法、乳化重合法、溶液重合法により粒子を製造することが好ましい。

【0044】重合粒子の組成材料は、その出発モノマーにメチルアクリレート、エチルアクリレート、n-ブチルアクリレート、iso-ブチルアクリレート、2-エチルヘキシルアクリレート、シクロヘキシルアクリレート、テトラヒドロフルフリルアクリレート、メチルメタクリレート、エチルメタクリレート、n-ブチルメタクリレート、iso-ブチルメタクリレート、2-エチルヘキシルメタクリレート、ステアシルメタクリレート、ラウリルメタクリレート、メチルビニルエーテル、エチルビニルエーテル、n-プロピルビニルエーテル、iso-ブチルビニルエーテル、n-ブチルビニルエーテル、スチレン、 $\alpha$ -メチ

ルスチレン、アクリロニトリル、メタクリロニトリル、酢酸ビニル、塩化ビニル、塩化ビニリデン、フッ化ビニル、フッ化ビニリデン、エチレン、プロピレン、イソブレン、クロロブレン、ブタジエン等を使用することができる。

【0045】更に、前記モノマーには、カルボキシル基、水酸基、メチロール基、アミノ基、酸アミド基、グリシジル基等の官能基を有するモノマーが混合されても良い。カルボキシル基を有するものはアクリル酸、メタクリル酸、イタコン酸等、水酸基を有するものはβ-ハイドロキシエチルアクリレート、β-ハイドロキシエチルメタクリレート、β-ハイドロキシプロピルアクリレート、β-ハイドロキシプロピルメタアクリレート、アリールアルコール等、メチロール基を有するものはN-メチロールアクリルアミド、N-メチロールメタクリルアミド等、アミノ基を有するものはジメチルアミノエチルアクリレート、ジメチルアミノエチルメタクリレート等、酸アミド基を有するものはアクリルアミド、メタクリルアミド等、グリシジル基を有するものはグリシジルアクリレートグリシジルメタクリレート、グリシジルアリルエーテル等が例示される。また、これらのモノマーを単体、または、複数のモノマーを混合して使用することが可能である。

【0046】重合粒子の着色材料には、各種染料を挙げることができる。また、重合粒子の帯電制御には、4級アンモニウム塩、ニグロシン化合物、アゾ系化合物などの帯電付与剤を挙げることができる。重合粒子に於いて、これら着色、帯電付与は、重合粒子を適当な溶媒中に浸すことにより膨潤させ、着色剤、帯電付与剤を粒子内に取り込ませ、取り込み後、溶媒を希釈することにより、重合粒子内に着色剤と帯電付与剤を確実に固着させることが可能である。このため重合粒子では、粒子径を均一に揃えることの他に、所望の着色と着色剤に影響されない帯電性を確保することが可能である。

【0047】以上の構成を有する本実施の形態の表示装置において、透明電極14により制御電界を変化させると、その変化に対応して、帯電粒子2a、2bがマイクロカプセル10内で移動することにより、所望の画像を表示することができる。

【0048】尚、本発明は以上詳述した実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において、種々の変更を加えることができる。

【0049】例えば、前記実施の形態においては、多数のマイクロカプセル10と透明電極14とを共に固定としたが、図9に示すように、マイクロカプセル10を固定した可撓性媒体12を移動可能とし、固定された一対の対向電極16間に、前記可撓性媒体12を通過させ、その通過度合いに伴い、対向電極16から必要に応じた電界を印加し、画像表示を行うように構成してもよい。

【0050】

【実施例】以下に本実施の形態の表示装置について、実施例及び比較例を挙げて説明する。

【0051】まず、帯電粒子を内包したマイクロカプセルの製造の詳細について以下に説明する。

【0052】帯電粒子：分散重合法によるスチレン粒子（比重1.1g/cm<sup>3</sup>）。帯電付与剤にはポリビニルピロリドン（プラス極性）、オリエント化学社製E-84（マイナス極性）を使用し、マイナス極性の粒子は日本化薬製分散染料カヤロンポリエステルS-200で黒色に着色した。

【0053】液体分散媒：EXXON社製 Isopar G（比重0.75g/cm<sup>3</sup>）

カプセル壁材：ゼラチン

乳化剤水溶液：ビニルエチルエーテル無水マレイン酸共重合体3%水溶液

平均粒子径3μm、粒度分布の分散度1.3の白色帯電粒子と、平均粒子径3μm、粒度分布の分散度1.3の黒色帯電粒子を液体分散媒を所望の比率で混合し、攪拌器と超音波とにより十分に分散させる。この分散溶液と、乳化剤を3%添加した蒸留水とを、攪拌器により混合攪拌し、エマルジョンを形成させる。攪拌混合の最中にカプセル壁材を添加し、2種類の帯電粒子と液体分散媒とを内包したマイクロカプセルを得る。

【0054】このようにして得られたマイクロカプセルを透明電極間に配置し、電界に対する応答性を観察した。評価は、100（V/mm）の電界強度ですばやく画像形成できれば良しとした。

【0055】（実施例）

白色帯電粒子：平均粒子径3μm、粒度分布の分散度1.3

黒色帯電粒子：平均粒子径3μm、粒度分布の分散度1.3

白色帯電粒子：黒色帯電粒子：液体分散媒=22:22:45

前記の組成（重量比）により100μmのマイクロカプセルを製造した。マイクロカプセル中の帯電粒子の体積率は、白色帯電粒子（20%）、黒色帯電粒子（20%）である。

【0056】このマイクロカプセルを、電極間に配置し、電界に対する画像形成の応答性を観察した。

【0057】画像は、電界強度100（V/mm）で素早く応答し、良好な表示結果が得られた。

【0058】（比較例1）

白色帯電粒子：平均粒子径3μm、粒度分布の分散度3

黒色帯電粒子：平均粒子径3μm、粒度分布の分散度3

白色帯電粒子：黒色帯電粒子：液体分散媒=22:22:45

前記の組成（重量比）により100μmのマイクロカプセルを製造した。マイクロカプセル中の帯電粒子の体積率は、白色帯電粒子（20%）、黒色帯電粒子（20%

%)である。

【0059】このマイクロカプセルを電極間に配置し、電界に対する画像形成の応答性を観察した。

【0060】画像は、電界強度100 (V/mm)では、素速い応答を得ることができたのであるが、電界に対し色調を全く変化させない粒子が存在した。

【0061】粒度分布の分散度が大きい為、マイクロカプセル中に極端に大きな帯電粒子が存在したことが原因であると考えられる。

【0062】(比較例2)

白色帯電粒子：平均粒子径3 μm、粒度分布の分散度1.3

黒色帯電粒子：平均粒子径3 μm、粒度分布の分散度1.3

白色帯電粒子：黒色帯電粒子：液体分散媒=22:22:45

前記の組成(重量比)により10 μmのマイクロカプセルを製造した。マイクロカプセル中の帯電粒子の体積率は、白色帯電粒子(20%)、黒色帯電粒子(20%)である。

【0063】このマイクロカプセルを電極間に配置し、電界に対する画像形成の応答性を観察した。

【0064】画像は、電界強度100 (V/mm)では、素速い応答を得ることができず、画像の変化時にちらつきを感じた。

【0065】マイクロカプセルの容積に対して、帯電粒子が大きすぎるため、極性の異なる粒子がお互いの泳動の妨げとなり、応答性が悪くなったと思われる。

【0066】(比較例3)

白色帯電粒子：平均粒子径3 μm、粒度分布の分散度1.3

黒色帯電粒子：平均粒子径3 μm、粒度分布の分散度1.3

白色帯電粒子：黒色帯電粒子：液体分散媒=1.1:1.1:73.5

前記の組成(重量比)により100 μmのマイクロカプセルを製造した。マイクロカプセル中の帯電粒子の体積率は、白色帯電粒子(1%)、黒色帯電粒子(1%)である。

【0067】このマイクロカプセルを電極間に配置し、電界に対する画像形成の応答性を観察した。

【0068】画像は、電界強度100 (V/mm)以下でも、素速い応答を得ることができたのであるが、コントラストが低い為、鮮明な画像を得られなかった。

【0069】マイクロカプセル内の帯電粒子が、極めて少ないことが原因であると思われる。

【0070】(比較例4)

白色帯電粒子：平均粒子径3 μm、粒度分布の分散度1.3

黒色帯電粒子：平均粒子径3 μm、粒度分布の分散度

1.3

白色帯電粒子：黒色帯電粒子：液体分散媒=38.5:38.5:22.5

前記の組成(重量比)により100 μmのマイクロカプセルを製造した。マイクロカプセル中の帯電粒子の体積率は、白色帯電粒子(35%)、黒色帯電粒子(35%)である。

【0071】このマイクロカプセルを電極間に配置し、電界に対する画像形成の応答性を観察した。

10 【0072】画像は、電界強度100 (V/mm)では、素速い応答を得ることができなかった。

【0073】マイクロカプセル内の帯電粒子が、極めて多いことが原因であると考えられる。

【0074】

【発明の効果】以上説明したことから明らかなように、本発明の請求項1に記載の表示装置は、前記帯電粒子の粒子径は、前記マイクロカプセルの粒子径に対して約1/1000以上、約1/5以下であり、前記帯電粒子は、体積平均粒子径/個数平均粒子径で表される粒度分布の分散度が1以上、約2以下で分散されているので、画像形成時に発生する表示ムラを解消することができる。また、各帯電粒子の液体分散媒中での、見かけの帯電量が均一になるため、制御装置を低電力で駆動した際にも、各帯電粒子の泳動速度が一定となる。

【0075】また、請求項2に記載の表示装置は、前記マイクロカプセルの粒子径が、約5 μm以上、約200 μm以下であるので、高精細な画質で画像表示を行うことができる。

【0076】また、請求項3に記載の表示装置は、前記各帯電粒子の体積が、それぞれ前記マイクロカプセルの容積に対して約1.5%以上、約25%以下であり、前記マイクロカプセル内のすべての帯電粒子の体積の総和は、前記マイクロカプセルの容積に対して約1.5%以上、約50%以下であるので、良好な画像形成を行うことができるとともに、高速に応答することができる。

【0077】また、請求項4に記載の表示装置は、前記多数のマイクロカプセルが、可撓性媒体により支持されているので、可撓性媒体により支持された多数のマイクロカプセルにより、曲面での画像表示を行うことができる。

【0078】また、請求項5に記載の表示装置は、前記帯電粒子が、少なくとも1種類の重合粒子であるので、粒度分布の調節が容易に可能となる。さらに、重合粒子はその製造過程で、着色剤、帯電制御剤を添加することが容易であるため、着色性と帯電性についても容易に制御することが可能となる。また、マイクロカプセル中に存在する帯電粒子が複数になることにより、制御電界の供給を絶っても、マイクロカプセル中に存在する各々の特性の異なる帯電粒子の相互作用により、ある程度の時間、表示面に画像を維持することが可能であるため、表

50

示画像維持のために常に制御電界を印加し続ける必要がない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態の表示装置の概略構成を示す概略構成図である。

【図2】液体分散媒中に帯電粒子を分散させた様子を示す模式図である。

【図3】帯電粒子を内包した液体分散媒が、乳化剤を添加された水溶液中でエマルジョンを形成した状態を示す模式図である。

【図4】マイクロカプセル内に大きな帯電粒子が一つだけ存在する様子を示したマイクロカプセルの断面図である。

【図5】マイクロカプセル内で帯電粒子が均一分散している様子を示したマイクロカプセルの断面図である。

【図6】粒子径がマイクロカプセルの粒子径に対して約1/5以上である帯電粒子が、マイクロカプセル内に内包されている様子を示す断面図である。

【図7】マイクロカプセル内に存在する一方の着色粒子\*

\*が少ないために、他方の着色粒子の色が画像表示に影響を与えることを示す模式図である。

【図8】マイクロカプセル内に過剰な量の帯電粒子が存在するために、帯電粒子同士の衝突などにより帯電粒子が電界の変化に対応して瞬時に移動することが妨げられる様子を示す模式図である。

【図9】帯電粒子を内包したマイクロカプセルを固定した可撓性媒体を、対向電極間で移動させることにより、その可撓性媒体上に画像が形成される様子を説明する説明図である。

【符号の説明】

2a 白色帯電粒子

2b 黒色帯電粒子

4 液体分散媒

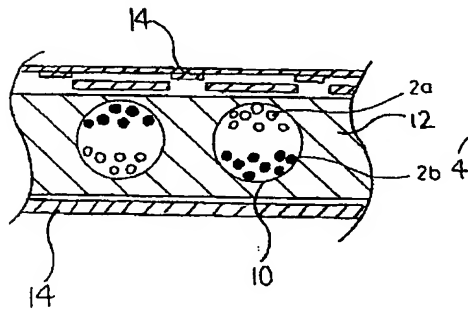
10 マイクロカプセル

12 可撓性媒体

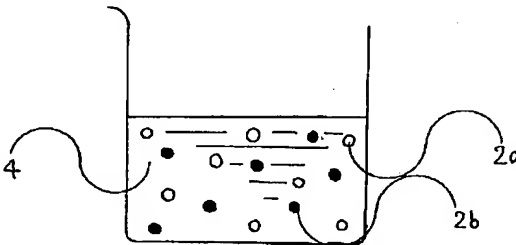
14 透明電極

16 対向電極

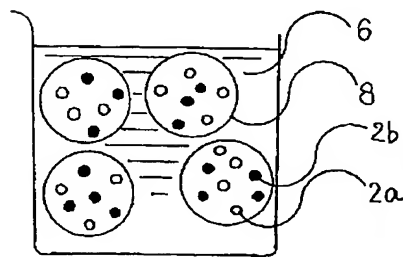
【図1】



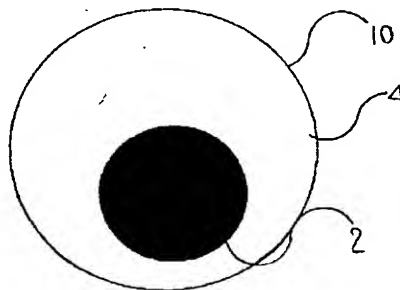
【図2】



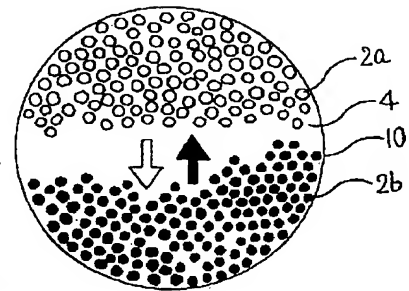
【図3】



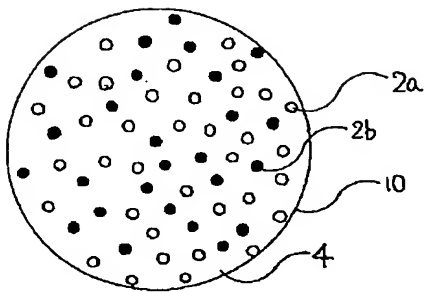
【図4】



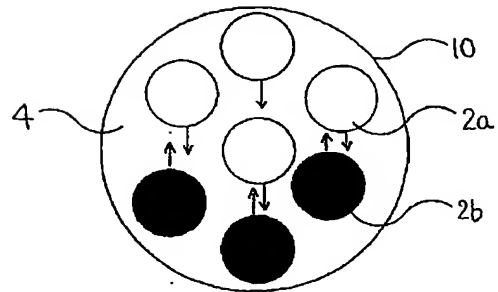
【図8】



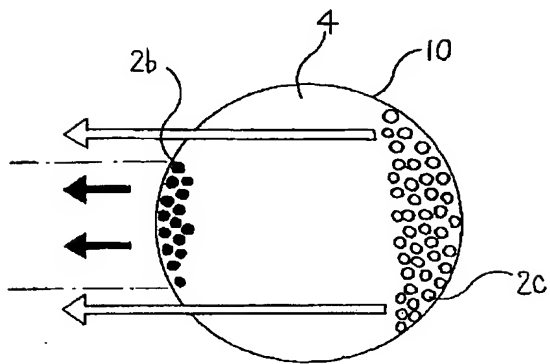
【図5】



【図6】



【図7】



【図9】

